

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

JC971 U.S. PTO
09/781276



出願年月日
Date of Application:

2000年 2月14日

出願番号
Application Number:

特願2000-035036

出願人
Applicant(s):

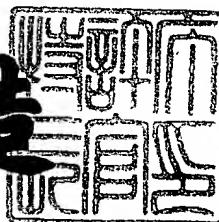
パイオニア株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 8月18日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3065130

【書類名】 特許願
 【整理番号】 54P0442
 【提出日】 平成12年 2月14日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 H04R 5/04
 G10K 15/00
 H03G 3/02
 H04R 3/12
 H04S 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社総合研究所内

【氏名】 太田 佳樹

【特許出願人】

【識別番号】 000005016
 【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100063565

【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 信淳

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011659
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 自動音場補正システム及び音場補正方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力される複数のオーディオ信号を複数の信号伝送路で振り分けて複数の放音手段に供給するオーディオシステムにおける自動音場補正システムであって、

前記各信号伝送路は、前記オーディオ信号の周波数特性を調節するイコライザと、前記オーディオ信号のレベルを調節する伝送路間レベル調整手段と、前記オーディオ信号の遅延時間を調節する遅延手段とを備えると共に、前記入力されるオーディオ信号を前記イコライザと前記伝送路間レベル調整手段及び前記遅延手段を通じて前記放音手段に供給するように構成され、

音場補正の際に前記各信号伝送路にノイズを個別供給するノイズ発生手段と、前記各放音手段で再生される前記ノイズの再生音を検出する検出手段と、前記検出手段の検出結果に基づいて前記各イコライザの周波数特性を補正する周波数特性補正手段と、

前記検出手段の検出結果に基づいて前記複数の各伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する伝送路間レベル補正手段と、

前記検出手段の検出結果に基づいて前記放音手段で再生される再生音の位相特性を求めると共に、求めた位相特性に基づいて前記各遅延手段の遅延時間を補正する位相特性補正手段とを具備することを特徴とする自動音場補正システム。

【請求項2】 前記周波数特性補正手段に前記イコライザの補正をさせた後、前記伝送路間レベル補正手段に前記伝送路間レベル調整手段の調整量の補正をさせ、次に前記位相特性補正手段に前記遅延手段の遅延時間の補正をさせる制御手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の自動音場補正システム。

【請求項3】 前記雑音発生手段は、前記雑音としてピンクノイズを前記周波数分割手段に個別供給することを特徴とする請求項1に記載の自動音場補正システム。

【請求項4】 伝送路間レベル補正手段は、前記複数の放音手段で再生される再生音のレベルをオーディオ周波数帯域全体にわたって略等しくするように、

前記複数の伝送路間レベル調整手段の調整量を補正することを特徴とする請求項2に記載の自動音場補正システム。

【請求項5】 入力される複数のオーディオ信号を複数の信号伝送路で振り分けて全帯域型放音手段と低域専用放音手段に供給するオーディオシステムにおける自動音場補正システムであって、

前記各信号伝送路は、前記オーディオ信号の周波数特性を調節するイコライザと、前記オーディオ信号のレベルを調節する伝送路間レベル調整手段と、前記オーディオ信号の遅延時間を調節する遅延手段とを備えると共に、前記入力されるオーディオ信号を前記イコライザと前記伝送路間レベル調整手段及び前記遅延手段を通じて前記放音手段に供給するように構成され、

音場補正の際に前記各信号伝送路にノイズを個別供給するノイズ発生手段と、

前記各放音手段で再生される前記ノイズの再生音を検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果に基づいて前記各イコライザの周波数特性を補正する周波数特性補正手段と、

前記検出手段の検出結果に基づいて前記複数の伝送路間レベル調整手段のうち、前記全帯域型放音手段が設けられた信号伝送路の伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する第1の伝送路間レベル補正手段と、

前記検出手段の検出結果に基づいて前記放音手段で再生される再生音の位相特性を求めると共に、求めた位相特性に基づいて前記各遅延手段の遅延時間を補正する位相特性補正手段と、

前記検出手段の検出結果に基づいて前記複数の伝送路間レベル調整手段のうち、前記低域専用放音手段が設けられた信号伝送路の伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する第2の伝送路間レベル補正手段とを具備することを特徴とする自動音場補正システム。

【請求項6】 前記周波数特性補正手段による前記補正を行わせた後、前記第1の伝送路間レベル補正手段による前記補正をさせ、次に前記位相特性補正手段による前記補正をさせ、次に前記第2の伝送路間レベル補正手段による前記補正をさせる制御手段を備えることを特徴とする請求項5に記載の自動音場補正システム。

【請求項7】 前記第2の伝送路間レベル補正手段は、前記全帯域型放音手段で再生される低域の再生音のスペクトル平均レベルと前記低域専用放音手段で再生される低域の再生音のスペクトル平均レベルとの和と、前記全帯域型放音手段で再生される中高域の再生音のスペクトル平均レベルがターゲットカーブデータの比に等しくなるように前記伝送路間レベル調整手段の調整量を補正することを特徴とする請求項5に記載の自動音場補正システム。

【請求項8】 前記位相特性補正手段は、相関演算手法により前記検出手段の検出結果に基づいて前記再生音の位相特性を求める特徴とする請求項1又は5に記載の自動音場補正システム。

【請求項9】 入力される複数のオーディオ信号を振り分けて全帯域型放音手段と低域専用放音手段に供給する複数の信号伝送路を備え、前記各信号伝送路が、前記オーディオ信号の周波数特性を調節するイコライザと、前記オーディオ信号のレベルを調節する伝送路間レベル調整手段と、前記オーディオ信号の遅延時間を調節する遅延手段とを備えると共に、前記入力されるオーディオ信号を前記イコライザと前記伝送路間レベル調整手段及び前記遅延手段を通じて前記放音手段に供給するように構成されたオーディオシステムにおける自動音場補正方法であって、

雑音を入力することにより前記全帯域型放音手段と低域専用放音手段で再生される再生音を測定し、前記測定した結果に基づいて前記イコライザの周波数特性を補正する第1の工程と、

雑音を入力することにより前記全帯域型放音手段と低域専用放音手段で再生される再生音を測定し、前記測定した結果に基づいて前記全帯域型放音手段に係る前記伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する第2の工程と、

雑音を入力することにより前記全帯域型放音手段と低域専用放音手段で再生される再生音を測定し、前記測定結果に基づいて前記遅延手段の遅延時間を補正する第3の工程と、

雑音を入力することにより前記全帯域型放音手段で再生される再生音と、前記低域専用放音手段で再生される再生音を個別に測定する第4の工程と、

前記第4の工程で測定した測定結果に基づいて、前記全帯域型放音手段で再生

される低域の再生音のスペクトル平均レベルと前記低域専用放音手段で再生される低域の再生音のスペクトル平均レベルとの和と、前記全帯域型放音手段で再生される中高域の再生音のスペクトル平均レベルがターゲットカーブデータの比に等しくなるように前記伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する第5の工程とを有することを特徴とする音場補正方法。

【請求項10】 前記第1の工程における前記再生音の測定を複数回行い、複数回の測定結果に基づいて前記イコライザの周波数特性を補正することを特徴とする請求項9に記載の音場補正方法。

【請求項11】 前記第2工程における前記再生音の測定を複数回行い、複数回の測定結果に基づいて前記伝送路間レベル調整手段の調整量を補正することを特徴とする請求項9に記載の音場補正方法。

【請求項12】 前記第1の工程では、前記測定した結果とターゲットカーブデータとの乗積結果に基づいて前記イコライザの周波数特性を補正することを特徴とする請求項9又は10に記載の音場補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数のスピーカを備えるオーディオシステムにおいて音場特性を自動的に補正する自動音場補正システム及び音場補正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

複数のスピーカを備えて高品位の音場空間を提供するオーディオシステムでは、臨場感の得られる適切な音場空間を自動的に作り出すことが要求されている。すなわち、受聴者自らが適切な音場空間を得ようとしてオーディオシステムを操作しても、複数のスピーカで再生される再生音の位相特性、周波数特性、音圧レベル等を適切に調節することは極めて困難であるため、オーディオシステム側で自動的に音場特性を補正することが要求されている。

【0003】

従来、この種のオーディオシステムとして、実開平6-13292号公報に開

示されたものが知られている。この従来のオーディオシステムには、複数チャンネルのオーディオ信号を入力しそれらの各オーディオ信号の周波数特性を調節するためのイコライザと、イコライザからチャンネル毎に出力されるオーディオ信号を遅延する複数の遅延回路が備えられ、各遅延回路の出力が複数のスピーカに供給される構成となっている。

【0004】

また、音場特性を補正するために、ピンクノイズ発生器と、インパルス発生器と、セレクタ回路と、スピーカで再生される再生音を測定するためのマイクロホンと、周波数分析手段及び遅延時間算出手段が備えられている。そして、ピンクノイズ発生器で生成されるピンクノイズをセレクタ回路を介してイコライザに供給し、また、インパルス発生器で生成されるインパルス信号をセレクタ回路を通じて直接スピーカに供給するように構成されている。

【0005】

音場空間の位相特性を補正する際には、上記インパルス発生器からスピーカにインパルス信号を直接供給すると共に、各スピーカで再生されるインパルス音を上記マイクロホンで測定し、その測定信号を遅延時間算出手段が分析することで、スピーカから受聴位置までのインパルス音の伝搬遅延時間を計測している。

【0006】

つまり、個々のスピーカに時間をずらしてインパルス信号を直接供給し、各インパルス信号が各スピーカに供給された時点から、スピーカ毎に再生される各インパルス音がマイクロホンに到達する時点までの時間差を遅延時間算出手段によって求めることで、各インパルス音の伝搬遅延時間を計測している。そして、計測した各伝搬遅延時間に基づいて上記遅延回路のチャンネル毎の遅延時間を調節することにより、音場空間の位相特性を補正することとしている。

【0007】

また、音場空間の周波数特性を補正する際には、ピンクノイズ発生器からイコライザにピンクノイズを供給すると共に、複数のスピーカで再生されるピンクノイズ再生音をマイクロホンで測定し、それらの測定信号の周波数特性を周波数分析手段で分析するようになっている。そして、この分析結果に基づいてイコライ

ザの周波数特性をフィードバック制御することにより、音場空間の周波数特性を補正することとしている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

従来のオーディオシステムでは、上記したように、音場空間の周波数特性を補正するために、ピンクノイズ再生音の周波数特性を狭帯域フィルタ群を用いて分析し、その分析結果をイコライザにフィードバックする方法が採られている。

【0009】

ここで、このピンクノイズ再生音を生じさせる際、イコライザの周波数特性をオーディオ再生時に合わせた周波数特性に設定しておいて、ピンクノイズをイコライザに供給している。したがって、複数のスピーカで再生されるピンクノイズ再生音がマイクロフォンに到達し、このピンクノイズ再生音の周波数特性を狭帯域フィルタ群で分析している。

【0010】

ところが、複数の（全ての）スピーカで再生されるピンクノイズ再生音を周波数分析した場合、イコライザの周波数特性に合った精度の良い分析結果が得られないため、この分析結果に基づいてイコライザの周波数特性をフィードバック制御することにすると、音場空間の周波数特性を適切に補正することが困難になるという課題があった。

【0011】

また、インパルス信号を直接スピーカに供給することで得られる遅延時間に基づいて音場空間の位相特性を補正することとしているため、オーディオシステム全体の位相特性が、適切な音場空間を生じさせる位相特性に補正されないという課題があった。

【0012】

本発明は上記従来技術の課題を克服すると共に、より高品位の音場空間を提供することを可能にする自動音場補正システム及び音場補正方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明の自動音場補正システムは、入力される複数のオーディオ信号を複数の信号伝送路で振り分けて複数の放音手段に供給するオーディオシステムにおける自動音場補正システムであって、前記各信号伝送路は、前記オーディオ信号の周波数特性を調節するイコライザと、前記オーディオ信号のレベルを調節する伝送路間レベル調整手段と、前記オーディオ信号の遅延時間を調節する遅延手段とを備えると共に、前記入力されるオーディオ信号を前記イコライザと前記伝送路間レベル調整手段及び前記遅延手段を通じて前記放音手段に供給するよう構成され、音場補正の際に前記各信号伝送路にノイズを個別供給するノイズ発生手段と、前記各放音手段で再生される前記ノイズの再生音を検出する検出手段と、前記検出手段の検出結果に基づいて前記各イコライザの周波数特性を補正する周波数特性補正手段と、前記検出手段の検出結果に基づいて前記複数の各伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する伝送路間レベル補正手段と、前記検出手段の検出結果に基づいて前記放音手段で再生される再生音の位相特性を求めると共に、求めた位相特性に基づいて前記各遅延手段の遅延時間を補正する位相特性補正手段とを具備する。

【0014】

かかる構成の自動音場補正システムでは、オーディオ再生が行われる信号伝送路中に、イコライザと伝送路間レベル調整手段と遅延手段が設けられている。

【0015】

かかる構成において、音場補正の際、雑音発生手段からの雑音が信号伝送路毎にイコライザに供給され、それによって生じる各再生音を検出手段が検出する。この検出手段の検出結果に基づいて、周波数特性補正手段が、イコライザの周波数特性を補正する。また、上記検出手段の検出結果に基づいて伝送路間レベル補正手段が伝送路間レベル調整手段の調整量を補正することで、各放音手段に供給されるオーディオ信号の所謂チャンネル間のレベルを補正する。また、上記検出手段の検出結果に基づいて位相特性補正手段が遅延手段の遅延時間を補正することで、各放音手段に供給されるオーディオ信号の位相特性を補正する。

【0016】

これにより、オーディオ再生の際、各放音手段に供給するオーディオ信号の周波数特性と位相特性を自動的に且つ精密に補正すると共に、各放音手段によって再生される受聴位置における再生音の位相と周波数特性の適正化を実現して、高品位で臨場感のある音場空間を提供する。

【0017】

特に、音場補正の際に、オーディオ再生が行われるイコライザと伝送路間レベル調整手段と遅延手段を通じて放音手段に雑音を供給し、放音手段で再生される雑音再生音の測定結果に基づいてイコライザと伝送路間レベル調整手段と遅延手段を補正する。よって、オーディオ再生の際と同じ条件の下で音場補正が行われる。このため、オーディオシステム全体の特性と音場空間の特性を総合的に考慮した音場補正が行われる。

【0018】

また、本発明の自動音場補正システムは、入力される複数のオーディオ信号を複数の信号伝送路で振り分けて全帯域型放音手段と低域専用放音手段に供給するオーディオシステムにおける自動音場補正システムであって、前記各信号伝送路は、前記オーディオ信号の周波数特性を調節するイコライザと、前記オーディオ信号のレベルを調節する伝送路間レベル調整手段と、前記オーディオ信号の遅延時間を調節する遅延手段とを備えると共に、前記入力されるオーディオ信号を前記イコライザと前記伝送路間レベル調整手段及び前記遅延手段を通じて前記放音手段に供給するように構成され、音場補正の際に前記各信号伝送路にノイズを個別供給するノイズ発生手段と、前記各放音手段で再生される前記ノイズの再生音を検出する検出手段と、前記検出手段の検出結果に基づいて前記各イコライザの周波数特性を補正する周波数特性補正手段と、前記検出手段の検出結果に基づいて前記複数の伝送路間レベル調整手段のうち、前記全帯域型放音手段が設けられた信号伝送路の伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する第1の伝送路間レベル補正手段と、前記検出手段の検出結果に基づいて前記放音手段で再生される再生音の位相特性を求めると共に、求めた位相特性に基づいて前記各遅延手段の遅延時間を補正する位相特性補正手段と、前記検出手段の検出結果に基づいて前記複数の伝送路間レベル調整手段のうち、前記低域専用放音手段が設けられた信号

伝送路の伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する第2の伝送路間レベル補正手段とを具備する。

【0019】

また、前記第2の伝送路間レベル補正手段は、前記全帯域型放音手段で再生される低域の再生音のスペクトル平均レベルと前記低域専用放音手段で再生される低域の再生音のスペクトル平均レベルとの和と、前記全帯域型放音手段で再生される中高域の再生音のスペクトル平均レベルがターゲットカーブデータの比に等しくなるように前記伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する。

【0020】

かかる構成の自動音場補正システムでは、オーディオ再生の際と同じ条件の下で音場補正が行われるため、オーディオシステム全体の特性と音場環境の特性を総合的に考慮した音場補正が行われる他、第1の伝送路間レベル補正手段が、全帯域型放音手段に係る伝送路間レベル調整手段の調整量を補正し、第2の伝送路間レベル補正手段が、低域専用放音手段に係る伝送路間レベル調整手段の調整量を補正することによって、全帯域型放音手段と低域専用放音手段によって再生される再生音のレベルをオーディオ周波数帯域全体にわたってフラットにする。

【0021】

これにより、低域専用放音手段で再生される低周波数の再生音と全帯域型放音手段で再生される全帯域型再生音がある周波数で大きくなったり小さくなるといった違和感を生じさせる音場空間の生じるのを防止して、高品位で臨場感のある音場空間を実現する。

【0022】

また、本発明の音場補正方法は、入力される複数のオーディオ信号を振り分け全帯域型放音手段と低域専用放音手段に供給する複数の信号伝送路を備え、前記各信号伝送路が、前記オーディオ信号の周波数特性を調節するイコライザと、前記オーディオ信号のレベルを調節する伝送路間レベル調整手段と、前記オーディオ信号の遅延時間を調節する遅延手段とを備えると共に、前記入力されるオーディオ信号を前記イコライザと前記伝送路間レベル調整手段及び前記遅延手段を通じて前記放音手段に供給するように構成されたオーディオシステムにおける自動

音場補正方法であって、雑音を入力することにより前記全帯域型放音手段と低域専用放音手段で再生される再生音を測定し、前記測定した結果に基づいて前記イコライザの周波数特性を補正する第1の工程と、雑音を入力することにより前記全帯域型放音手段と低域専用放音手段で再生される再生音を測定し、前記測定した結果に基づいて前記全帯域型放音手段に係る前記伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する第2の工程と、雑音を入力することにより前記全帯域型放音手段と低域専用放音手段で再生される再生音を測定し、前記測定結果に基づいて前記遅延手段の遅延時間を補正する第3の工程と、

雑音を入力することにより前記全帯域型放音手段で再生される再生音と、前記低域専用放音手段で再生される再生音を個別に測定する第4の工程と、前記第4の工程で測定した測定結果に基づいて、前記全帯域型放音手段で再生される低域の再生音のスペクトル平均レベルと前記低域専用放音手段で再生される低域の再生音のスペクトル平均レベルとの和と、前記全帯域型放音手段で再生される中高域の再生音のスペクトル平均レベルがターゲットカーブデータの比に等しくなるよう前記伝送路間レベル調整手段の調整量を補正する第5の工程とを有することを特徴とする。

【0023】

本発明の音場補正方法によれば、オーディオ再生の際と同じ条件の下で音場補正が行われるため、オーディオシステム全体の特性と音場環境の特性を総合的に考慮した音場補正が行われる他、全帯域型放音手段と低域専用放音手段によって再生される再生音のレベルをオーディオ周波数帯域全体にわたってフラットにする。これにより、低域専用放音手段で再生される低周波数の再生音と全帯域型放音手段で再生される全帯域型再生音がある周波数で大きくなったり小さくなるといった違和感を生じさせる音場空間の生じるのを防止して、高品位で臨場感のある音場空間を実現する。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の自動音場補正システムの実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本実施形態の自動音場補正システムを備えたオーディオシステムの構

成を示すブロック図、図2ないし図5は、本自動音場補正システムの構成を示すブロック図である。

【0025】

図1において、本オーディオシステムには、CD (Compact disk) プレーヤやDVD (Digital Video Disk又はDigital Versatile Disk) プレーヤ等の音源1から複数チャンネルの信号伝送路を通じてデジタルオーディオ信号SFL, SFR, SC, SRL, SRR, SWFが供給される信号処理回路2と、ノイズ発生器3が設けられている。

【0026】

更に、信号処理回路2によりチャンネル毎に信号処理されたデジタル出力DFL, DFR, DC, DRL, DRR, DWFをアナログ信号に変換するD/A変換器4FL, 4FR, 4C, 4RL, 4RR, 4WFと、これらのD/A変換器から出力される各アナログオーディオ信号を増幅する増幅器5FL, 5FR, 5C, 5RL, 5RR, 5WFが備えられている。これらの増幅器で増幅した各アナログオーディオ信号SPFL, SPFR, SPC, SPRL, SPRRR, SPWFを、図7に示すようなリスニングルーム7等に配置された複数チャンネルのスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFに供給して鳴動させるようになっている。

【0027】

また、受聴位置RVにおける再生音を集音するマイクロホン8と、マイクロホン8から出力される集音信号SMを増幅する増幅器9と、増幅器9の出力をデジタルの集音データDMに変換して信号処理回路2に供給するA/D変換器10が備えられている。

【0028】

ここで、本オーディオシステムは、オーディオ周波数帯域のほぼ全域にわたって再生可能な周波数特性を有する全帯域型のスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRと所謂重低音だけを再生するための周波数特性を有する低域再生専用のスピーカ6WFとを鳴動させることで、受聴位置RVにおける受聴者に対して臨場感のある音場空間を提供する。

【0029】

例えば、図7に示すように、受聴者が好みに応じて、受聴位置RVの前方に、左右2チャンネルのフロントスピーカ（前方左側スピーカ、前方右側スピーカ）6FL, 6FRとセンタースピーカ6Cを配置し、受聴位置RVの後方に、左右2チャンネルのサラウンドスピーカ（後方左側スピーカ、後方右側スピーカ）6RL, 6RRを配置し、更に、任意の位置に低域再生専用のサブウーハ6WFを配置した場合、本オーディオシステムに備えられた自動音場補正システムが、周波数特性と位相特性を補正したアナログオーディオ信号SPFL, SPFR, SPC, SPR, SPRR, SPWFをこれら6個のスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFに供給して鳴動させることで、臨場感のある音場空間を実現する。

【0030】

尚、以下の説明では、各チャンネルを番号x（ $1 \leq x \leq k$ ）で示すこととする

【0031】

信号処理回路2は、デジタルシグナルプロセッサ（Digital Signal Processor: DSP）等で形成されており、図2に示すグラフィックイコライザGEQ、チャンネル間アッテネータATG1～ATGk、遅延回路DLY1～DLYkと、図3に示す周波数特性補正部11、チャンネル間レベル補正部12、位相特性補正部13、フラット化補正部14が備えられている。

【0032】

そして、周波数特性補正部11がグラフィックイコライザGEQの各チャンネルのイコライザEQ1～EQkの周波数特性を調整し、チャンネル間レベル補正部12とフラット化補正部14がチャンネル間アッテネータATG1～ATGkの減衰率を調整し、位相特性補正部13が遅延回路DLY1～DLYkの遅延時間を調整することで、音場補正を行うようになっている。

【0033】

ここで、第1～第5チャンネル（ $x = 1 \sim 5$ ）のイコライザEQ1～EQ5は、図5の周波数特性図に示すように、複数個jの各周波数f1～fj毎に周波数特性を精密に調整できるようになっている。具体的には、図5中の各周波数f1～fiは、オーディオ周波数帯域における約0.2KHz以下の低域を5個程度に分割

することによって決められ、周波数 $f_{i+1} \sim f_j$ は、約 0.2 KHz 以上の中高域を 13 個程度に分割することによって決められている。そして、フィルタ係数調整信号 SF1～SF5 によって各イコライザ EQ1～EQ5 のフィルタ係数を調整することで、周波数特性を精密に調整できるようになっている。

【0034】

第 k チャンネルのイコライザ EQ k は、低域の周波数特性を調整するようになっている。フィルタ係数調整信号 SF k によってイコライザ EQ k のフィルタ係数を調整することで、図 5 に示す約 0.2 KHz 以下の周波数特性を周波数 $f_1 \sim f_i$ 毎に精密調整できるようになっている。

【0035】

また、第 1 チャンネルのイコライザ EQ1 には、音源 1 からのデジタルオーディオ信号 SFL の入力をオン／オフ制御するスイッチ素子 SW12 と、ノイズ発生器 3 からのノイズ信号 DN の入力をオン／オフ制御するスイッチ素子 SW11 が接続され、スイッチ素子 SW11 はスイッチ素子 SWN を介してノイズ発生器 3 に接続されている。

【0036】

スイッチ素子 SW11, SW12, SWN は、図 3 に示すマイクロプロセッサで形成されたシステムコントローラ MPU によって制御され、オーディオ再生時には、スイッチ素子 SW12 がオン（導通）、スイッチ素子 SW11 と SWN がオフ（非導通）となり、音場補正時には、スイッチ素子 SW12 がオフ、スイッチ素子 SW11 と SWN がオンとなる。

【0037】

また、イコライザ EQ1 の出力接点には、チャンネル間アッテネータ ATG1 が接続され、チャンネル間アッテネータ ATG1 の出力接点には遅延回路 DLY1 が接続されている。そして、遅延回路 DLY1 の出力 DFL が、図 1 中の D/A 変換器 4 FL に供給されるようになっている。

【0038】

第 2～第 k のチャンネルも第 1 のチャンネルと同様の構成となっており、スイッチ素子 SW11 に相当するスイッチ素子 SW21～SW k 1 と、スイッチ素子 SW12

に相当するスイッチ素子 SW22～SWk2が設けられている。そして、これらのスイッチ素子 SW21～SWk2に続いて、イコライザ EQ1～EQkと、チャンネル間アッテネータ ATG2～ATGkと、遅延回路 DL Y1～DL Ykが備えられ、遅延回路 DL Y2～DL Ykの出力 DFR～DWFが図1中のD/A変換器 4FR～4WFに供給される。

【0039】

更に、第1～第5チャンネルのチャンネル間アッテネータ ATG1～ATG5は、チャンネル間レベル補正部 12からの調整信号 SG1～SG5に従って 0 dB からマイナス側の範囲で減衰率を変化させ、第kチャンネルのチャンネル間アッテネータ ATGkは、フラット化補正部 14からの調整信号 SGkによって 0 dB からマイナス側の範囲で減衰率を変化させる。

【0040】

第1～第kチャンネルの遅延回路 DL Y1～DL Ykは、位相特性補正部 13からの調整信号 SDL1～SDLkに従って遅延時間を変化させる。

【0041】

周波数特性補正部 11は、図4に示すように、バンドパスフィルタ 11a、係数テーブル 11b、利得演算部 11c、係数決定部 11d、係数テーブル 11eを備えて構成されている。

【0042】

バンドパスフィルタ 11aは、イコライザ EQ1～EQkに設定されている周波数 f1～fjをそれぞれ中心周波数とする狭帯域のデジタルフィルタで形成されており、D/A変換器 10からの集音データ DMを周波数 f1～fj毎に周波数弁別することにより、周波数 f1～fj毎のレベルを示すデータ [PxJ] を利得演算部 11cに供給する。尚、バンドパスフィルタ 11aの周波数弁別特性は、係数テーブル 11bに予め記憶されているフィルタ係数データによって設定されるようになっている。

【0043】

利得演算部 11cは、上記のレベルを示すデータ [PxJ] に基づいて、音場補正時のイコライザ EQ1～EQkの利得（ゲイン）を周波数 f1～fk毎に演算し、

演算した利得データ [GxJ] を係数決定部 11d に供給する。すなわち、予め既知となっているイコライザ EQ1～EQk の伝達関数にデータ [PxJ] を適用することで、イコライザ EQ1～EQk の周波数 f1～fj 毎の利得（ゲイン）を逆算する。

【0044】

係数決定部 11d は、システムコントローラ MPU の制御下でイコライザ EQ1～EQk の周波数特性を調節するためのフィルタ係数調整信号 SF1～SF5 を生成する。尚、音場補正の際に、受聴者の指示する条件に応じて、フィルタ係数調整信号 SF1～SF5 を生成するようになっている。

【0045】

受聴者が音場補正の条件を指示せず、本音場補正システムに予め設定されている標準の音場補正を行う場合には、利得演算部 11c から供給される各周波数 f1～fj 毎の利得データ [GxJ] によって係数テーブル 11e からイコライザ EQ1～EQk の周波数特性を調節するためのフィルタ係数データを読み出し、このフィルタ係数データのフィルタ係数調整信号 SF1～SF5 によりイコライザ EQ1～EQk の周波数特性を調節する。

【0046】

すなわち、係数テーブル 11e には、イコライザ EQ1～EQk の周波数特性を様々に調節するためのフィルタ係数データが予めルックアップテーブルとして記憶されており、係数決定部 11d が利得データ [GxJ] に対応するフィルタ係数データを読み出し、その読み出したフィルタ係数データをフィルタ係数調整信号 SF1～SF5 として各イコライザ EQ1～EQk に供給することで、チャンネル毎に周波数特性を調節するようになっている。

【0047】

受聴者が後述のターゲットカーブを選択して音場補正を行う場合には、係数決定部 11d は、係数テーブル 11e に予め記憶されているターゲットカーブデータ TGx をメモリアクセスすると共に、利得演算部 11c から供給される利得データ [GxJ] に対応するフィルタ係数データをメモリアクセスする。そして、ターゲットカーブデータ TGx とフィルタ係数データに基づいて所定の演算を行う

ことにより、ターゲットカーブデータT G_xで変調されたフィルタ係数データを生成し、そのフィルタ係数データをフィルタ係数調整信号S F1～S F5として各イコライザE Q1～E Qkに供給することにより、チャンネル毎に周波数特性を調節するようになっている。

【0048】

尚、ターゲットカーブとは、受聴者が嗜好する再生音の周波数特性を言い、本オーディオシステムには、クラシック音楽に適した周波数特性の再生音を生成するためのターゲットカーブデータの他、ロック音楽やポップス、ボーカル等に適した周波数特性の再生音を生成するための各種ターゲットカーブデータが記憶されている。

【0049】

チャンネル間レベル補正部12は、ノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（ピンクノイズ）DNによってスピーカ6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RRを個別に鳴動させたときに得られる各集音データDMを入力し、その集音データDMに基づいて、受聴位置RVにおける各スピーカの再生音のレベルを測定する。そして、その測定結果に基づいて調整信号S G1～S G5を生成し、調整信号S G1～S G5によりチャンネル間アッテネータAT G1～AT G5の減衰率を自動調整する。このチャンネル間レベル補正部12の減衰率調整により、第1～第5チャンネル間のレベル調整（利得調整）が行われる。

【0050】

ただし、チャンネル間レベル補正部12は、チャンネル間アッテネータAT Gkの減衰率を調整せず、チャンネル間アッテネータAT Gkの減衰率の調整は、フラット化補正部14が行うようになっている。

【0051】

位相特性補正部13は、ノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（ピンクノイズ）DNによって各スピーカ6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RR, 6 WFを個別に鳴動させたときに得られる集音データDMに基づいて各チャンネルの位相特性を測定し、その測定結果に基づいて音場空間の位相特性を補正する。

【0052】

より具体的には、ノイズ信号DNによって各チャンネルのスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFを周期Tの期間ずつ鳴動させ、それによって生じる各チャンネルの集音データDM1, DM2, DM3, DM4, DM5, DMkを相互相關演算する。ここで、集音データDM2とDM1の相互相關、集音データDM3とDM1の相互相關、以下同様にして、集音データDMkとDM1の相互相關を演算し、それぞれの相関値のピーク間隔（位相差）を、各系統回路CQT2～CQTkにおける遅延時間 τ_2 ～ τ_k とする。つまり、系統回路CQT1から得られる集音データDM1の位相を基準（すなわち、位相差0、 $\tau_1=0$ ）として、残余の系統回路CQT2～CQTkの遅延時間 τ_2 ～ τ_k を求めていた。これらの遅延時間 τ_1 ～ τ_k の計測結果に基づいて調整信号SDL1～SDLkを生成し、これらの調整信号SDL1～SDLkによって遅延回路DLY1～DLYkの各遅延時間を自動調整することによって、音場空間の位相特性を補正する。尚、本実施形態では、位相特性を補正するのにピンクノイズを用いるが、本発明はこれに限定されるものではなく、他のノイズ信号を用いてもよい。

【0053】

フラット化補正部14は、周波数特性補正部11とチャンネル間レベル補正部12と位相特性補正部13による調整が終了した後、チャンネル間レベル補正部12では調整されないチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を調整する。

【0054】

ただし、詳細については後述するが、ノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（無相関ノイズ）DNに基づいて、スピーカ6WFを除く、全帯域型のスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRを同時に鳴動させたときに得られる集音データDMをスペクトル分析することで、全帯域型のスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRで再生されるノイズ再生音のスペクトルを求め、更に、ノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（ピンクノイズ）DNに基づいて低域専用のスピーカ6WFのみを鳴動させたときに得られる集音データDMをスペクトル分析することで、スピーカ6WFにより再生されるノイズ再生音のスペクトルを求める。

【0055】

そして、これらのスペクトルに基づいて所定の演算を行うことで、全てのスピ

一方 6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RR, 6 WFを同時に鳴動させた場合に、再生音の周波数特性を全オーディオ周波数帯域にわたってフラットにするための調整信号SGkを生成する。

【0056】

つまり、図6の周波数特性図に示すように、全帯域型のスピーカ 6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RRは、中高域だけでなく低域周波数の再生能力を有しているため、これらのスピーカ 6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RRと低域専用のスピーカ 6 WFを鳴動させた場合に、例えばスピーカ 6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RRによって再生される低域音とスピーカ 6 WFによって再生される低域音とのレベルが、中高域の再生音のレベルより高くなる場合があり、耳障りになったり不快感を与えるという問題を生じる。そこで、演算部15dは、上記低域音のスペクトル平均レベルの和と中高域のスペクトル平均レベルをターゲット特性の比（ターゲットカーブデータの比）に等しくなるように、調整信号SGkによってチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を調整する。

【0057】

尚、以上、自動音場補正システムの構成を説明したが、より詳細な機能については、動作説明において詳述することとする。

【0058】

次に、かかる構成を有する自動音場補正システムの動作を図8～図12に示すフローチャートを参照して説明する。

【0059】

受聴者が、例えば図7に示したように複数のスピーカ 6 FL～6 WFをリスニングルーム7等に配置して本オーディオシステムに接続した後、本オーディオシステムに備えられているリモートコントローラ（図示省略）等を操作して音場補正開始の指示をすると、システムコントローラMPUがこの指示に従って、自動音場補正システムを動作させる。

【0060】

まず、図8を参照して自動音場補正システムの動作の概要を説明する。ステップS10の周波数特性補正処理では、周波数特性補正部11がイコライザEQ1

～EQkの周波数特性を調整するための処理が行われる。

【0061】

ステップS20のチャンネル間レベル補正処理では、チャンネル間レベル補正部12により、第1～第5チャンネルに設けられているチャンネル間アッテネータATG1～ATG5の減衰率を調節するための処理が行われる。すなわち、ステップS20では、第kチャンネルのチャンネル間アッテネータATGkの調整は行われない。

【0062】

ステップS30の位相特性補正処理では、位相特性補正部13により、全チャンネルの遅延回路DLY1～DLYkの遅延時間を調整するための処理が行われる。

【0063】

ステップS40のフラット化補正処理では、フラット化補正部14により、第kチャンネルのチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を調整することで、受聴位置RVにおける再生音の周波数特性をオーディオ周波数帯域全体においてフラットにするための処理が行われる。

【0064】

このように、本自動音場補正システムは、4段階に大別された補正処理を順に行うこと、音場補正を行うようになっている。

【0065】

次に、各処理段階の動作を順を追って詳述する。

まず、ステップS10の周波数特性補正処理を詳述する。ステップS10の処理は図9に示す詳細なフローに従って行われる。

【0066】

ステップS10において、初期化処理が行われ、フィルタ係数調整信号SF1～SFkによってイコライザEQ1～EQkの周波数特性をフラットにする。すなわち、イコライザEQ1～EQkの全オーディオ周波数帯域における利得を0dBに設定する。更に、チャンネル間アッテネータATG1～ATGkの減衰率を0dBに設定し、全ての遅延回路DLY1～DLYkの遅延時間を0に設定し、図1に

示した増幅器5FL～5WFの増幅率も等しくする。

【0067】

更に、スイッチ素子SW12, SW22, SW32, SW42, SW52, SWk2をオフ（非導通）にすることで、音源1からの入力を遮断すると共に、スイッチ素子SWNをオン（導通）にすることで、ノイズ発生器3で生成されるノイズ信号（ピンクノイズ）DNがイコライザEQ1～EQkに供給される状態に設定する。

【0068】

次に、ステップS102において、受聴者が所望のターゲットカーブを選択した場合には、そのターゲットカーブデータ[TGx]に基づいてイコライザEQ1～EQkの周波数特性を設定し、ターゲットカーブを選択しない場合には、イコライザEQ1～EQkの周波数特性を上記の初期化処理のままにする。

【0069】

このターゲットカーブデータ[TGx]は、次式(1)の行列で示すように、チャンネルx(=1～k)毎の複数のデータTG1～TGkで構成されており、クラシックやロックなどの音楽の種類に応じて複数備えられている。受聴者は、リモートコントローラを操作すると、これらのターゲットカーブをチャンネル毎に選択したり、クラシックやロックなどの音楽の種類に応じて選択できるようになっている。

【0070】

【数1】

$$[TGx] = \begin{bmatrix} TG1 \\ TG2 \\ TG3 \\ TG4 \\ TG5 \\ \vdots \\ TGk \end{bmatrix} \quad \cdots (1)$$

次にステップS104に移行し、システムコントローラMPUに内蔵されているフラグレジスタ（図示省略）にn=0のフラグデータをセットする。

【0071】

次に、ステップS106において音場特性測定処理が行われる。

ここでは、スイッチ素子SW11, SW21, SW31, SW41, SW51, SWk1を所定周期Tずつ排他的にオンさせることで、第1～第kチャンネルに順番にノイズ信号（ピンクノイズ）DNを供給する。

【0072】

これにより、第1～第kチャンネルの各スピーカ6FL～6WFによって順番に再生されるノイズ音をマイクロホン8が集音し、集音データDMが周波数特性補正部11に供給される。

【0073】

更に、チャンネル毎のそれぞれの集音データDMは、バンドパスフィルタ11aによって周波数分割されて利得演算部11cに供給される。このため、利得演算部11cには、次式（2）の行列で表されるデータ[PxJ]が供給される。

【0074】

【数2】

$$[P \times J] = \begin{bmatrix} P_{11} & \cdots & P_{1j} \\ P_{21} & \cdots & P_{2j} \\ P_{31} & \cdots & P_{3j} \\ P_{41} & \cdots & P_{4j} \\ P_{51} & \cdots & P_{5j} \\ P_{k1} & \cdots & P_{kj} \end{bmatrix} \cdots (2)$$

次に、ステップS108において、利得演算部11cがデータ[PxJ]を各チャンネル毎にスペクトル分析し、次にステップS110において、それらのスペクトル分析した結果に基づいてイコライザEQ1～EQkのゲイン（利得）を演算する。これにより、次式（3）の行列で表される利得データ[G0xJ]が演算され、係数決定部11dに供給される。

【0075】

【数3】

$$[G_0 \times j] = \left[\begin{array}{c} G_0(1, 1) \dots G_0(1, j) \\ G_0(2, 1) \dots G_0(2, j) \\ G_0(3, 1) \dots G_0(3, j) \\ G_0(4, 1) \dots G_0(4, j) \\ G_0(5, 1) \dots G_0(5, j) \\ \vdots \\ G_0(k, 1) \dots G_0(k, j) \end{array} \right] \dots (3)$$

尚、前記式(3)中、利得データ[G0xJ]のサフィックス0は、フラグデータn(=0)、xはチャンネルの番号、JはイコライザEQ1～EQkに設定されている周波数の順番1～i～jを表している。

[0076]

更にS108では、チャンネル毎に利得データ[G0xJ]と所定の閾値THDCとを比較し、その比較結果に基づいて各チャンネルのスピーカの6FL～6WFのサイズを判定する。つまり、スピーカによる再生音の音圧はスピーカサイズに応じて変わるので、ここで、各チャンネルのスピーカの大きさを判定する。

[0077]

具体的な判定手段としては、第1チャンネルのスピーカ6FLのサイズを判定する場合には、上記式(3)中の第1チャンネルの利得データG0(1,1)～G0(1,j)の平均値と閾値THDCHと比較する。そして、その平均値が閾値THDCHより小さい場合には、スピーカ6FLを小さいスピーカと判定し、その平均値が閾値THDCHより大きい場合には、スピーカ6FLを大きいスピーカと判定する。また、残余のチャンネルのスピーカ6FR, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFについても同様に判定する。

[0078]

次に、ステップS112において、フラグデータnが1か否かを判断し、否(NO)であればステップS114においてフラグデータnを1に設定し、ステップS116に移行する。

[0079]

ステップ S 116 では、係数決定部 11d が、利得データ [G0xJ] に基づいて係数テーブル 11e からフィルタ係数データを取得し、フィルタ係数調整信号

S F1～S FkによってイコライザE Q1～E Qkの周波数特性を調整する。

【0080】

また、上述したステップS108において、小さなスピーカが接続されているチャンネルを判定した場合には、そのチャンネルのイコライザの周波数特性を0dBに調整し、大きなスピーカが接続されているチャンネルのイコライザの周波数特性は、上記の利得データ[G0xJ]に基づいて得られるフィルタ係数のデータに基づいて調整するようになっている。

【0081】

尚、本実施形態では、利得データ[G0xJ]を閾値THDCHと比較することできスピーカのサイズを判定しているが、ステップS106の音場特性測定処理の際に得られるデータ[PxJ]を所定の閾値と比較することによって判定してもよい。

【0082】

次に、ステップS116の処理後、ステップS106からの処理を繰り返す。こうしてステップS106からの処理を繰り返し、ステップS112においてフラグデータnが1であると判断するとステップS118に移行する。

【0083】

このステップS104からの処理を繰り返えすと、フラグデータをn=1として、前記式(2)(3)に示した処理が再度行われることとなる。このため、前記式(3)に対応する次式(4)の行列で表される利得データ[G1xJ]が求まる。尚、利得データ[G1xJ]のサフィックス1は、フラグデータn(=1)、xはチャンネルの番号、JはイコライザE Q1～E Qkに設定されている周波数の順番1～i～jを表している。

【0084】

【数4】

$$[G_{1 \times J}] = \begin{Bmatrix} G_1(1, 1) & \cdots & G_1(1, j) \\ G_1(2, 1) & \cdots & G_1(2, j) \\ G_1(3, 1) & \cdots & G_1(3, j) \\ G_1(4, 1) & \cdots & G_1(4, j) \\ G_1(5, 1) & \cdots & G_1(5, j) \\ G_1(k, 1) & \cdots & G_1(k, j) \end{Bmatrix} \cdots (4)$$

次に、ステップ S 1 1 8において、利得演算部 1 1 c が、前記式 (3) (4) の利得データ $[G_{0 \times J}]$ と $[G_{1 \times J}]$ を各行列毎に加算演算し、次式 (5) の行列で表される最適な利得データ $[G_{xJ}]_{opt}$ を求めて、係数決定部 1 1 d に供給する。

【0085】

【数5】

$$[G_{xJ}]_{opt} = \begin{Bmatrix} G_0(1, 1) + G_1(1, 1) & \cdots & G_0(1, j) + G_1(1, j) \\ G_0(2, 1) + G_1(2, 1) & \cdots & G_0(2, j) + G_1(2, j) \\ G_0(3, 1) + G_1(3, 1) & \cdots & G_0(3, j) + G_1(3, j) \\ G_0(4, 1) + G_1(4, 1) & \cdots & G_0(4, j) + G_1(4, j) \\ G_0(5, 1) + G_1(5, 1) & \cdots & G_0(5, j) + G_1(5, j) \\ G_0(k, 1) + G_1(k, 1) & \cdots & G_0(k, j) + G_1(k, j) \end{Bmatrix} \cdots (5)$$

更に、係数決定部 1 1 d が、利得データ $[G_{xJ}]_{opt}$ に基づいて係数テーブル 1 1 e からフィルタ係数データを取得し、次に、ステップ S 1 2 0において、そのフィルタ係数データに基づいてフィルタ係数調整信号 S F1～S Fkによってイコライザ E Q1～E Qkの周波数特性を最終調整する。

【0086】

このように、周波数特性補正部 1 1 によってイコライザ E Q1～E Qkの周波数特性を調整（補正）することで、音場空間の周波数特性を補正する。

【0087】

また、ステップ S 1 0 6 の音場特性測定処理において、周波数分割されたピンクノイズで各スピーカ 6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RR, 6 WF を時分割して鳴動させ、それによって生じる再生音を集音するので、各スピーカの周波数特性と再生能力（出力パワー）を検出することができる。このため、各スピーカの周波数特

性と再生能力を考慮して周波数特性の総合的な適正化が可能となっている。

【0088】

次に、ステップS20のチャンネル間レベル補正処理が行われる。チャンネル間レベル補正処理は、図10に示すフローに従って行われる。

【0089】

まず、ステップS200の初期化処理が行われ、スイッチ素子SW11～SW51を切り替えてノイズ発生器3からのノイズ信号DNの入力可能状態にする。ただし、第kチャンネルのスイッチ素子SWk1, SWk2はオフにする。また、チャンネル間アッテネータATG1～ATGkの減衰率を0dBに設定する。更に、全ての遅延回路DLY1～DLY5の遅延時間を0に設定する。更に又、図1に示した増幅器5FL～5WFの増幅率も等しくする。

【0090】

更に、グラフィックイコライザGEQの周波数特性を上記周波数特性補正処理で調整したままに固定する。

【0091】

次に、ステップS202において、チャンネル番号を表す変数xを1に設定した後、ステップS204の音場特性測定処理を行い、更に、第1～第5チャンネル分の音場特性測定が終了するまで、ステップS204～S208の処理を繰り返す。

【0092】

ここでは、スイッチ素子SW11, SW21, SW31, SW41, SW51を周期Tずつ排他的にオンさせることで、イコライザEQ1～EQkにノイズ信号（ピンクノイズ）DNを周期Tずつ供給する（ステップS206, S208）。

【0093】

この繰り返し処理により、各スピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRで再生されたノイズ再生音をマイクロフォン8が集音し、それによって得られるチャンネル毎の集音データDM（=DM1～DM5）がチャンネル間レベル補正部12に供給される。即ち、次式（6）の行列で表される集音データ[DMx]がチャンネル間レベル補正部12に供給される。

【0094】

【数6】

$$[D B x] = \begin{bmatrix} DM1 \\ DM2 \\ DM3 \\ DM4 \\ DM5 \end{bmatrix} \quad \cdots (6)$$

次に、第1～第5チャンネルの音場特性を測定し終えると、次に、ステップS 210に移行し、上記集音データDM1～DM5の中から最小値の集音データを抽出し、その抽出結果をチャンネル間レベル調整用のターゲットデータTGCHとする。

【0095】

次に、ステップS 212において、上記式(6)の各集音データDM1～DM5をターゲットデータTGCHで除算することにより正規化し、各チャンネル間アッテネータATG1～ATG5の減衰率を調整するための調整値DM1/TGCH, DM2/TGCH, DM3/TGCH, DM4/TGCH, DM5/TGCHを求める。そして、ステップS 214において、これらの調整値DM1/TGCH～DM5/TGCHに基づく調整信号SG1～SG5によりチャンネル間アッテネータATG1～ATG5の減衰率を調整する。

【0096】

以上の処理によって、第kチャンネルを除く、第1～第5チャンネル(x=1～5)間におけるレベル調整が完了する。

【0097】

このように、チャンネル間レベル補正部12によってチャンネル間アッテネータATG1～ATG5の減衰率を補正することで第1～第5チャンネルのレベルを適正化する。

【0098】

また、ステップS 204の音場特性測定処理において、各スピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRを時分割して鳴動させ、それによって生じる再生音を集音す

るので、各スピーカの再生能力（出力パワー）を検出することができる。このため、各スピーカの再生能力も考慮した総合的な適正化が可能となっている。

【0099】

次に、ステップS30の位相特性補正処理が、図11に示すフローに従って行われる。

【0100】

まず、ステップS300の初期化処理が行われ、スイッチ素子SW11～SWk2を切り替えて、ノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（ピンクノイズ）DNを入力可能状態にする。また、イコライザEQ1～EQkの周波数特性を既に調整されたままに固定すると共に、チャンネル間アッテネータATG1～ATGkの減衰率もそのまま固定し、更に、遅延回路DLY1～DLYkの遅延時間を0に設定する。更に又、図1に示した増幅器5FL～5WFの増幅率も等しくする。

【0101】

次に、ステップS302において、チャンネル番号を表す変数xを1、変数AVGを0に設定した後、ステップS304の遅延時間を測定するための音場特性測定処理を行い、更に、第1～第kチャンネル分の音場特性測定が終了するまで、ステップS304～S308の処理を繰り返す。

【0102】

ここでは、スイッチ素子SW11, SW21, SW31, SW41, SWk1を所定周期T毎に排他的にオンさせ、可変利得フィルタ部BPF1～BPF5に供給する。

【0103】

この繰り返し処理により、位相特性補正部14は、スピーカ6FL～6WFから聴取位置RVに達したノイズ音を集音データDMとして測定する。

【0104】

この測定が終わると、次にステップS310に移行し、各チャンネルの伝搬遅延時間を演算する。ここでは、第1チャンネルにノイズ信号DNを供給した際に測定された集音データDM、すなわち、周期T内に測定された複数の集音データDMを相関演算する。

【0105】

そして、その演算により得られた相関値のピーク間隔（位相差）を、第1チャネルの遅延時間 τ_1 とする。また、第2～第kチャネルにおける遅延時間 τ_2 ～ τ_k も上記同様の相関演算によって求める。

【0106】

次に、ステップS312に移行して変数AVGを1加算した後、ステップS314において変数AVGが所定値AVRAGEになったか否か判断し、未だであればステップS304からの処理を繰り返す。

【0107】

ここで、所定値AVRAGEは、ステップS304～S312の繰り返し処理回数を示す定数であり、本実施形態ではAVRAGE=4に設定されている。

【0108】

したがって、ステップS304～S310の処理を4回繰り返すことで、各チャネルの遅延時間 τ_1 ～ τ_k をそれぞれ4個ずつ求める。

【0109】

次にステップS316において、4個ずつの遅延時間 τ_1 ～ τ_k のそれぞれの平均値を求め、それぞれの遅延時間の平均値 τ_1' ～ τ_k' を最終的に遅延時間とする。

【0110】

次に、ステップS318において、最終的に求めた遅延時間 τ_1' ～ τ_k' に基づいて調整信号SDL1～SDLkにより各遅延回路DLY1～DLYkの遅延時間を調整することにより位相特性補正処理を完了する。

【0111】

このように、位相特性補正処理では、グラフィックイコライザGEQ側からピンクノイズを各スピーカに供給して鳴動させ、それによって生じる再生音の集音結果から遅延時間を求めるので、単に再生音の伝搬遅延時間のみから遅延回路DLY1～DLYkの遅延時間を調整（補正）するのではなく、各スピーカの再生能力とオーディオシステムの特性も考慮した総合的な適正化が可能となっている。

【0112】

次に、ステップS40の処理が図12に示すフローに従って行われる。

まず、ステップS400において、スイッチ素子SW11～SWk1を切り替えてノイズ発生器3から出力されるノイズ信号（無相関ノイズ）DNを入力可能状態にする。また、可変利得フィルタ部BPF1～BPF5の周波数特性を既に調整されたままに固定すると共に、チャンネル間アッテネータATG1～ATGkの減衰率もそのまま固定し、更に、遅延回路DLY1～DLYkの遅延時間を既に調整されたままに固定する。更に又、図1に示した増幅器5FL～5WFの増幅率も等しくする。

【0113】

次に、ステップS402において、第kチャンネルのチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を0dBに設定する。

【0114】

次に、ステップS404において、第kチャンネルを除き、第1～第5チャンネルにノイズ信号（無相関ノイズ）DNを同時に供給する。

【0115】

これにより、全周波数帯域のノイズ信号DNによって全帯域型のスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RRを同時に鳴動させ、それによって生じる集音データDMをフラット化補正部14が入力する。

【0116】

次に、ステップS406において、フラット化補正部14が集音データDMをスペクトル分析することにより、全帯域型スピーカ6FL～6RRで再生された低域再生音のパワースペクトル（power spectrum）PLと中高域再生音のパワースペクトルPMHを演算する。

【0117】

次に、ステップS408において、第kチャンネルだけにノイズ信号（ピンクノイズ）DNを供給する。

【0118】

これにより、低域のノイズ信号DNによって低域専用のスピーカ6WFのみを鳴動させ、それによって得られる低域の集音データDMをフラット化補正部14が入力する。

【0119】

次に、ステップS410において、フラット化補正部14が低域の集音データDMをスペクトル分析することにより、低域専用のスピーカ6WFによる低域の再生音パワーPWFを演算する。

【0120】

次に、ステップS412において、フラット化補正部14が次式(7)で表される演算を行うことで、チャンネル間アッテネータATGkの減衰率を調整するための調整値SGkを生成する。

【0121】

【数7】

$$SGk = \frac{TGL \times PWF - TGMH \times PL}{TGMH \times PWF} \quad \dots (7)$$

尚、上記式(7)の係数TGMHは、前記式(1)に示したターゲットカーブデータ[TGx]の中から受聴者が選択したターゲットカーブデータ又は受聴者が選択しなかった場合のデフォルトのターゲットカーブデータのうち、中高域に該当するターゲットカーブデータの平均値である。また、係数TGLは、低域に該当するターゲットカーブデータの平均値である。

【0122】

次に、ステップS414において、調整信号SGkによりチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を調整して、自動音場補正処理を完了する。

【0123】

このように、フラット化補正部13によって最終的にチャンネル間のレベル補正を行うと、全てのスピーカ6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFでオーディオ再生を行った場合に、音場空間における再生音の周波数特性を全オーディオ周波数帯域においてフラットにすることができる。このため、例えば図6に示した低域レベルが大きくなるというような従来の問題を解消することができる。

【0124】

また、ステップS404とS408の音場特性測定処理において、各スピーカ

6FL, 6FR, 6C, 6RL, 6RR, 6WFを時分割して鳴動させ、それによって生じる再生音を集音するので、各スピーカの再生能力（出力パワー）を検出することができる。このため、各スピーカの再生能力も考慮した総合的な適正化が可能となっている。

【0125】

そして、スイッチ素子SWNをオフ、そのスイッチ素子に接続されているスイッチ素子SW11, SW21, SW31, SW41, SW51, SWk1をオフにし、スイッチ素子SW12, SW22, SW32, SW42, SW52, SWk2をオンにすることで、音源1からのオーディオ信号SFL, SFR, SC, SRL, SRR, SWFの入力可能状態に設定し、本オーディオシステムを通常のオーディオ再生状態にする。

【0126】

以上説明したように、本実施形態によれば、受聴位置RVの音場空間の特性を、オーディオシステムとスピーカの特性を総合的に考慮して適正化するので、極めて高品位且つ臨場感のある音場空間を提供することができる。

【0127】

また、図8に示したステップS10～S40の順に音場補正処理を行うことで、極めて高品位且つ臨場感のある音場空間を実現する補正を可能としている。

【0128】

尚、本実施形態では、5チャンネル分の広域スピーカ6FL～6RRと低域専用のスピーカ6WFを備える所謂5.1チャンネルオーディオシステムの自動音場補正システムについて示したが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明の自動音場補正システムは、本実施形態よりより多数のスピーカを備えるマルチチャンネルオーディオシステムにも適用可能であり、また、本実施形態よりより少數のスピーカを備えるオーディオシステムにも適用可能である。

【0129】

また、低域再生専用のスピーカ（サブウーハ）6WFを備えたオーディオシステムにおける音場補正について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。サブウーハを備えず、全帯域型スピーカのみを備えるオーディオシステムにおいても高品位且つ臨場感のある音場空間を提供することができる。この場合、

フラット化補正部14を備えず、チャンネル間レベル補正部12によって全てのチャンネルの特性を補正するようにしてもよい。

【0130】

また、本実施形態では、図12に示すステップS412では、前記式(7)から明らかな通り、全帯域型スピーカ6FL～6RRの再生音のレベルを基準にして、チャンネル間アッテネータATGkの減衰率の適正化を行っている。すなわち、前記式(10)の分母を、中高域のターゲットデータTGMHと低域専用のスピーカ6WFの再生音のレベルに相当する変数PWFLの積とすることで、全帯域型スピーカ6FL～6RRの再生音のレベルを基準にしている。しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、低域専用のスピーカ6WFの再生音のレベルを基準にして、チャンネル間アッテネータAT1～AT5の減衰率の適正化を行ってもよい。

【0131】

つまり、本実施形態では、フラット化補正処理部14がチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を補正するが、これとは逆に、低域専用のスピーカ6WFの再生音のレベルを計測して、その計測結果に基づいてチャンネル間アッテネータATGkの減衰率を設定し、チャンネル間アッテネータATGkの減衰率を基準にして、チャンネル間アッテネータATG1～ATG5の減衰率を補正するようにしてもよい。

【0132】

また、図2に示したように、各チャンネルの信号伝送路を、グラフィックイコライザGEQに続けてチャンネル間アッテネータATG1～ATGkと、遅延回路DLY1～DLYkを従属接続した構成にした場合を説明したが、かかる構成は典型例として示したものであり、本発明はかかる構成に限定されるものではない。

【0133】

例えば、グラフィックイコライザGEQの前にチャンネル間アッテネータATG1～ATGkや遅延回路DLY1～DLYkを配設したり、チャンネル間アッテネータATG1～ATGkと遅延回路DLY1～DLYkの間にグラフィックイコライザGEQを配設してもよい。

【0134】

本発明がこうした構成要素の位置を適宜に替えた構成とすることが可能なのは、周波数特性の補正と位相特性の補正をそれぞれの構成要素毎に切り離して行う従来のオーディオシステムとは異なり、ノイズ発生器からのノイズ信号を音場補正システムの入力段から入力するようにし、音場補正システム全体の周波数特性と位相特性を総合的に補正するようにしたからである。この結果、本発明の音場補正システムは、オーディオシステム全体の周波数特性と位相特性を適切に補正することが可能となる他、設計の自由度を高めることも可能となっている。

【0135】

また、フラット化補正部14によってチャンネル間アッテネータの減衰率を補正する際、ノイズ発生部3からピンクノイズをスピーカ6WFに供給することとしたが、他のノイズを供給するようにしてもよい。

【0136】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の自動音場補正システムによれば、オーディオシステムとスピーカの特性を総合的に考慮した音場補正を行うので、極めて高品位且つ臨場感のある音場空間を提供することができる。

【0137】

また、低域再生専用のスピーカと広域スピーカを備えたオーディオシステムにおいて低域再生音のレベルを中高域再生音のレベルをフラットにするという新規な機能を備えたので、極めて高品位且つ臨場感のある音場空間を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施形態の自動音場補正システムを備えるオーディオシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】

本実施形態の自動音場補正システムの構成を示すブロック図である。

【図3】

本実施形態の自動音場補正システムの要部構成を示すブロック図である。

【図4】

本実施形態の自動音場補正システムの要部構成を更に示すブロック図である。

【図5】

グラフィックイコライザの周波数特性を示す図である。

【図6】

再生音の低域における問題点を説明するための図

【図7】

スピーカの配置例を示す図である。

【図8】

本実施形態の自動音場補正システムの動作を説明するためのフローチャートである。

【図9】

周波数特性補正処理を説明するためのフローチャートである。

【図10】

チャンネル間レベル補正処理を説明するためのフローチャートである。

【図11】

位相特性補正処理を説明するためのフローチャートである。

【図12】

フラット化補正処理を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

1 … 音源

2 信号処理回路

3 … ノイズ発生器

8 … マイクロホン

9 … 増幅器

10 … A／D変換器

11 … 周波数特性補正部

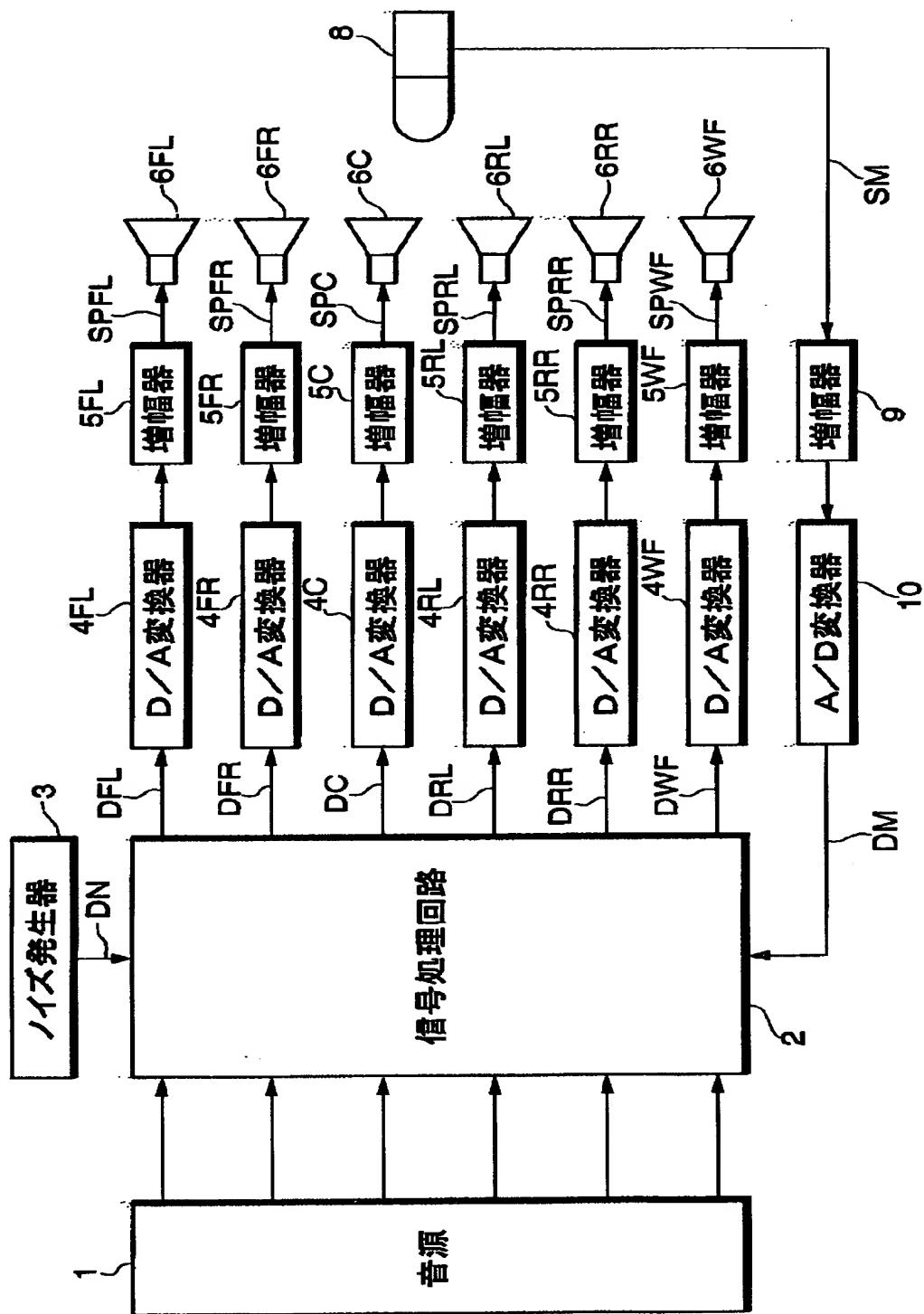
11a … バンドパスフィルタ

11b, 11e … 係数テーブル

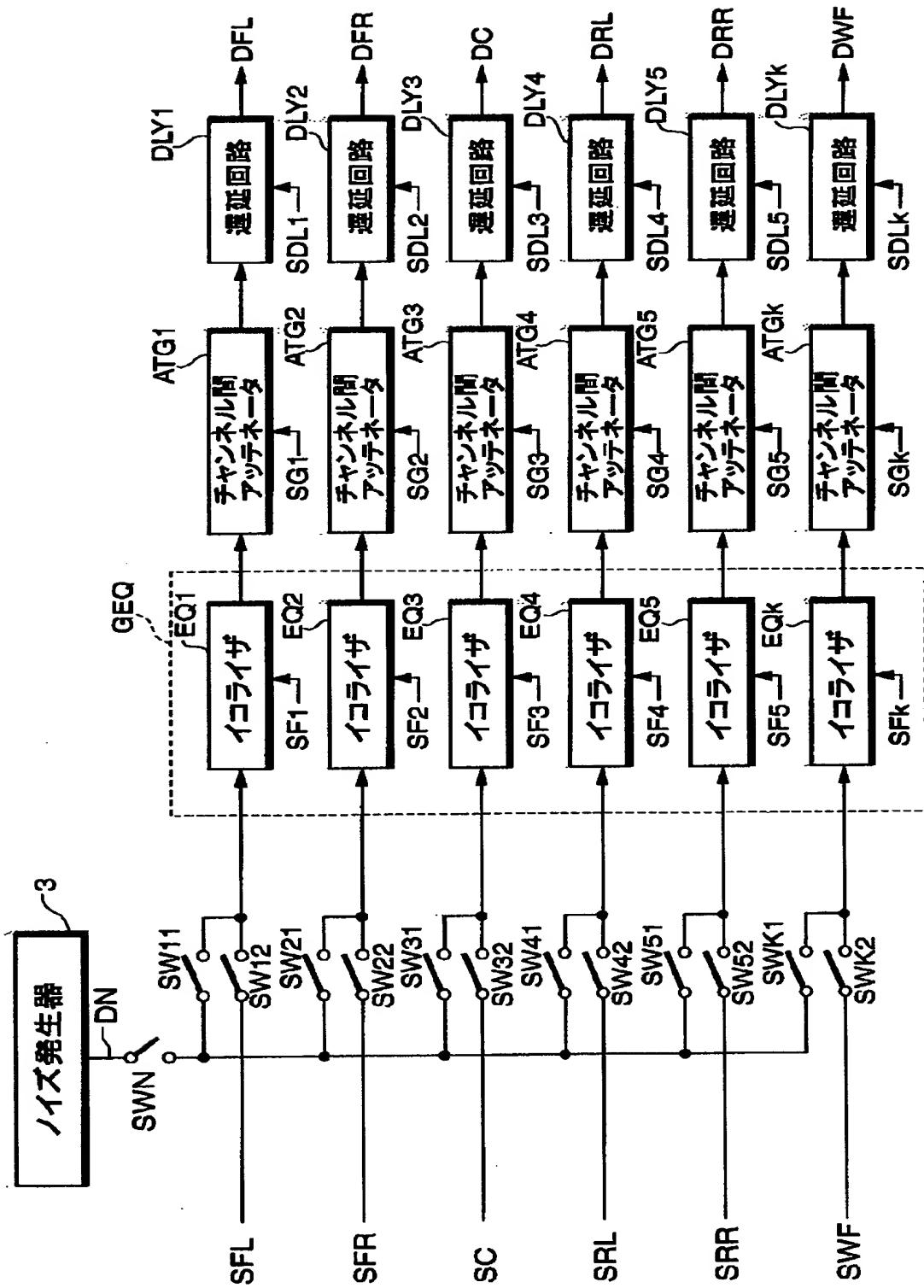
1 1 c …利得演算部
1 1 d …係数決定部
1 2 …チャンネル間レベル補正部
1 3 …位相特性補正部
1 4 …フラット化補正部
6 FL, 6 FR, 6 C, 6 RL, 6 RR, 6 WF…スピーカ
G E Q…グラフィックイコライザ
E Q1~E Qk…イコライザ
A T G1~A T Gk…チャンネル間アッテネータ
D L Y1~D L Yk…遅延回路
S W11~S Wk2, S WN…スイッチ素子
M P U…システムコントローラ

【書類名】 図面

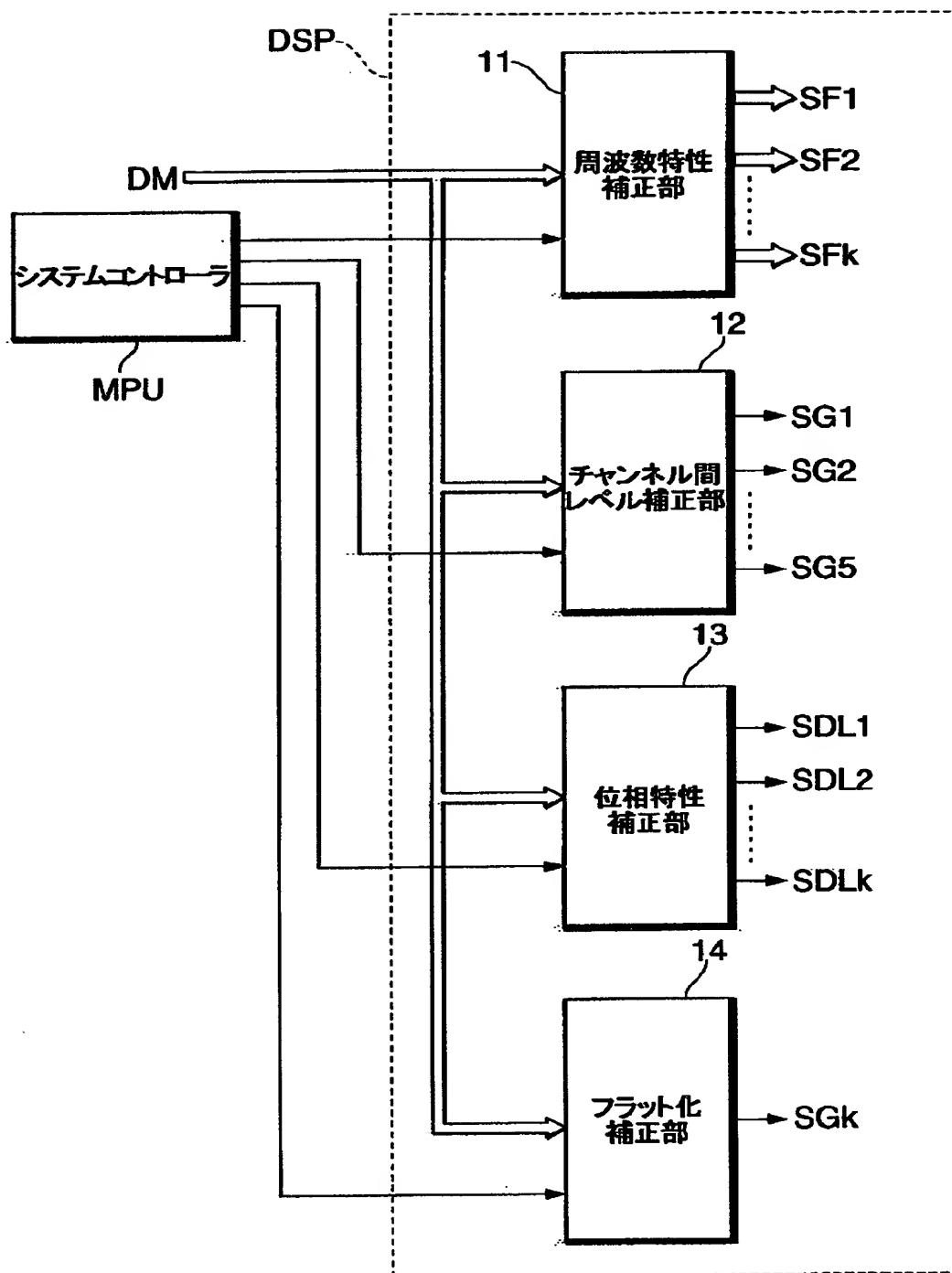
【図1】



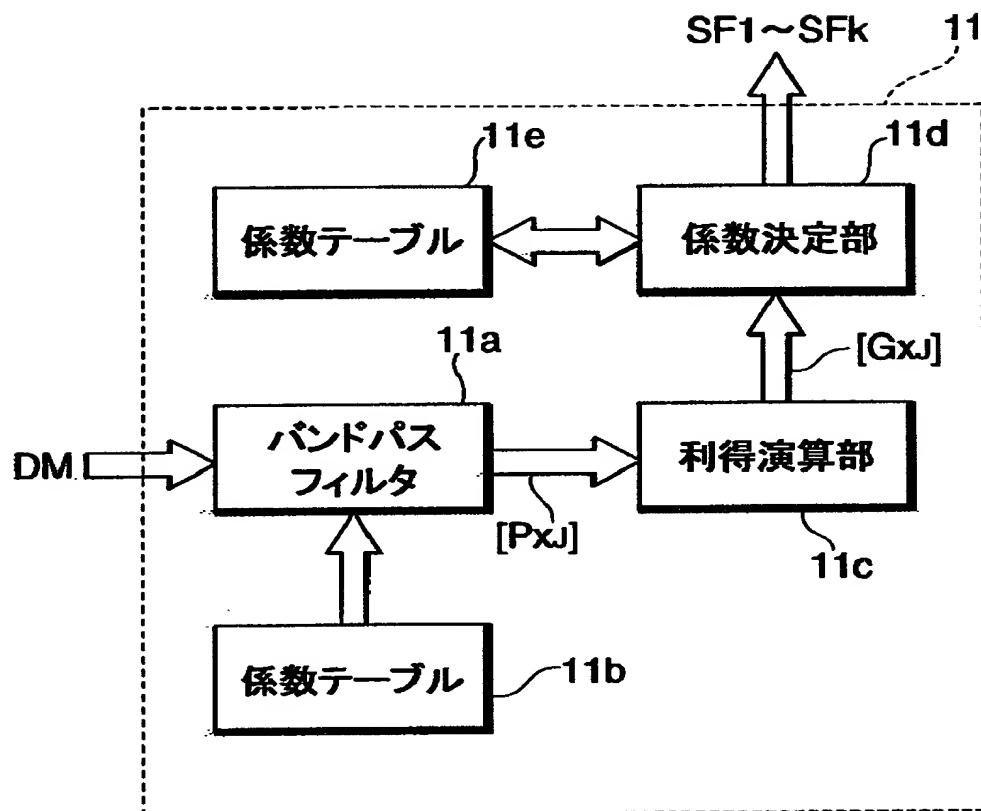
【図2】



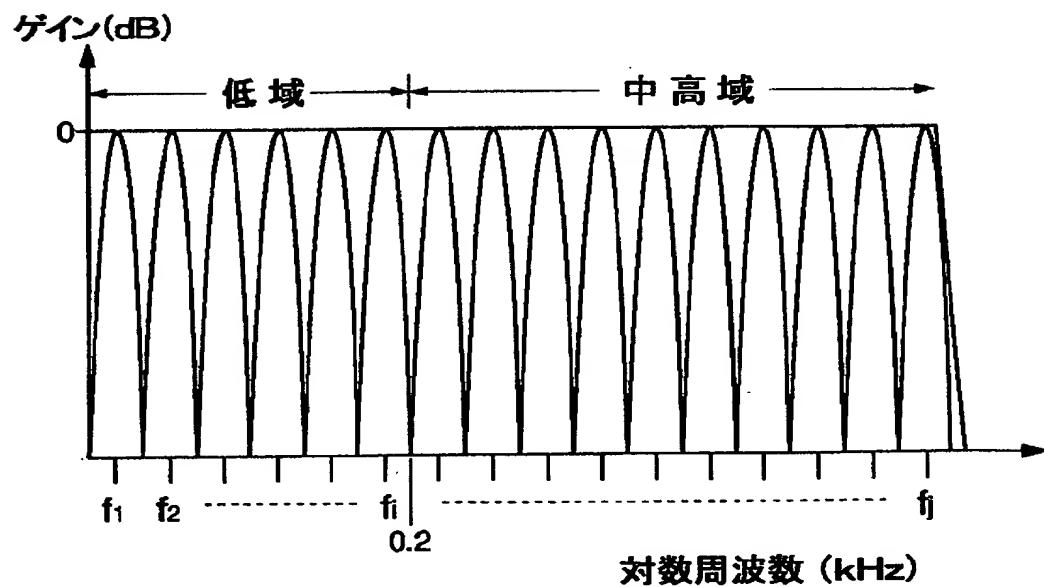
【図3】



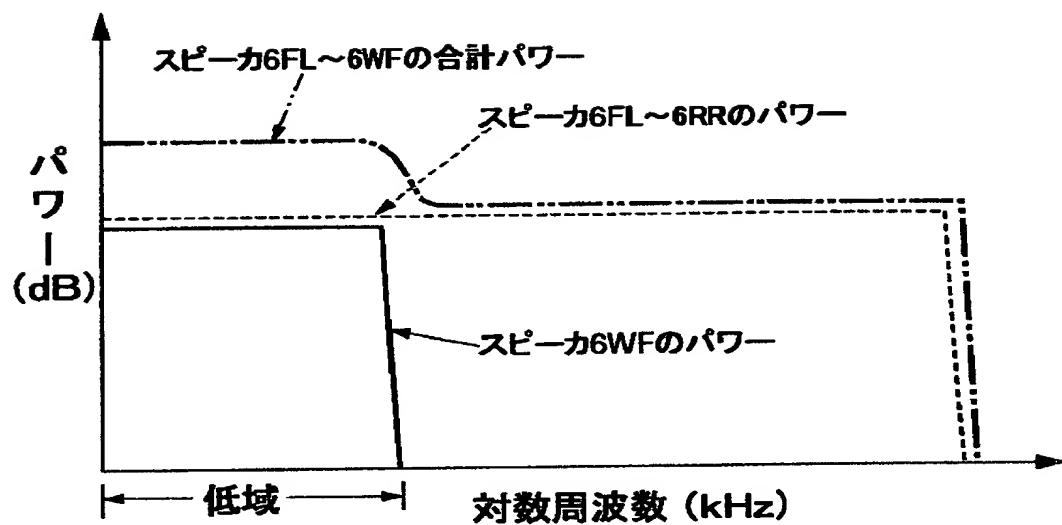
【図4】



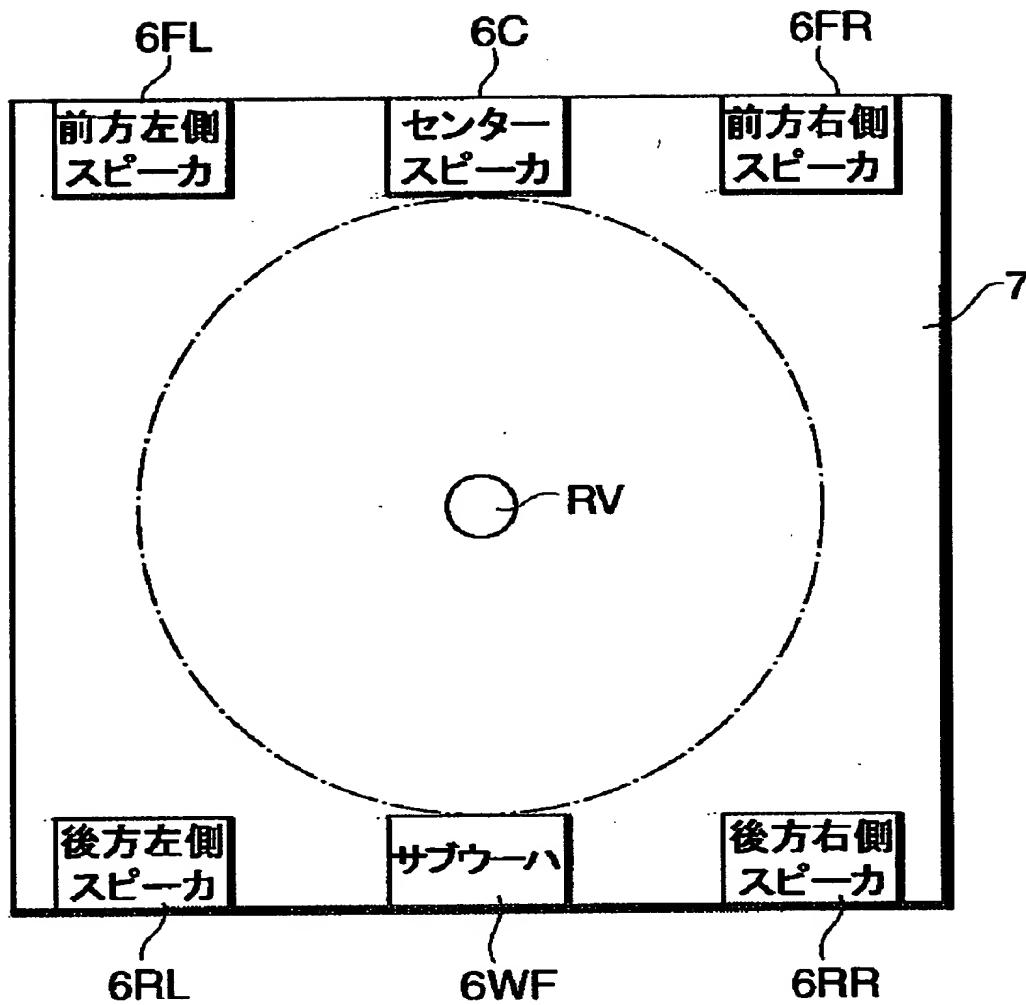
【図5】



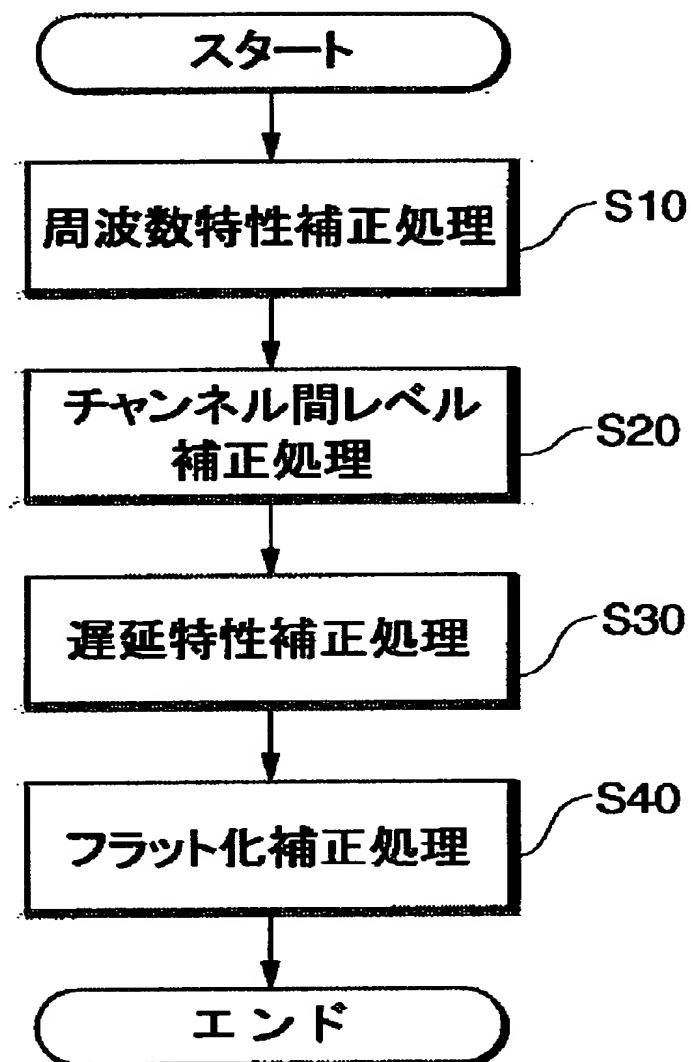
【図6】



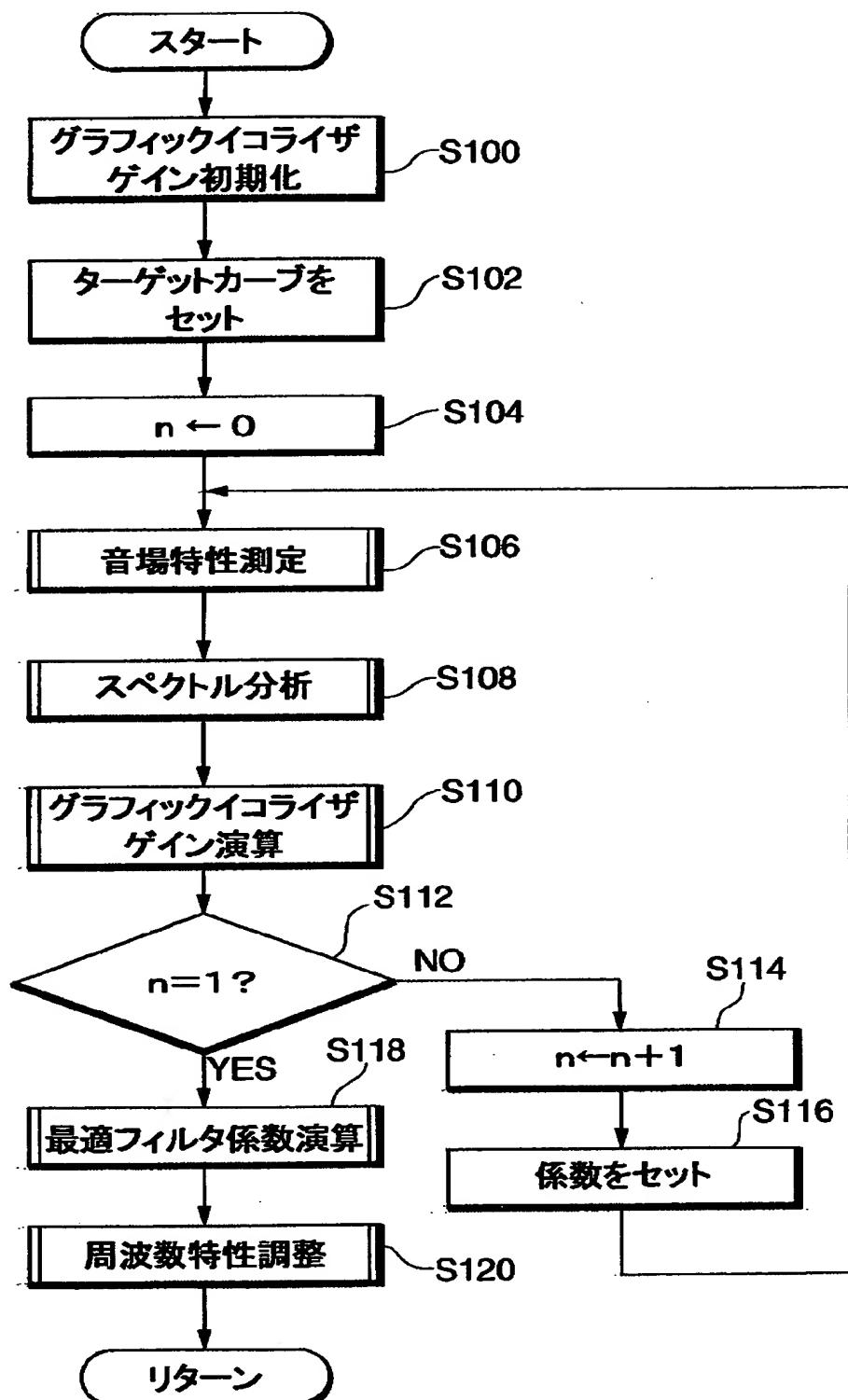
【図7】



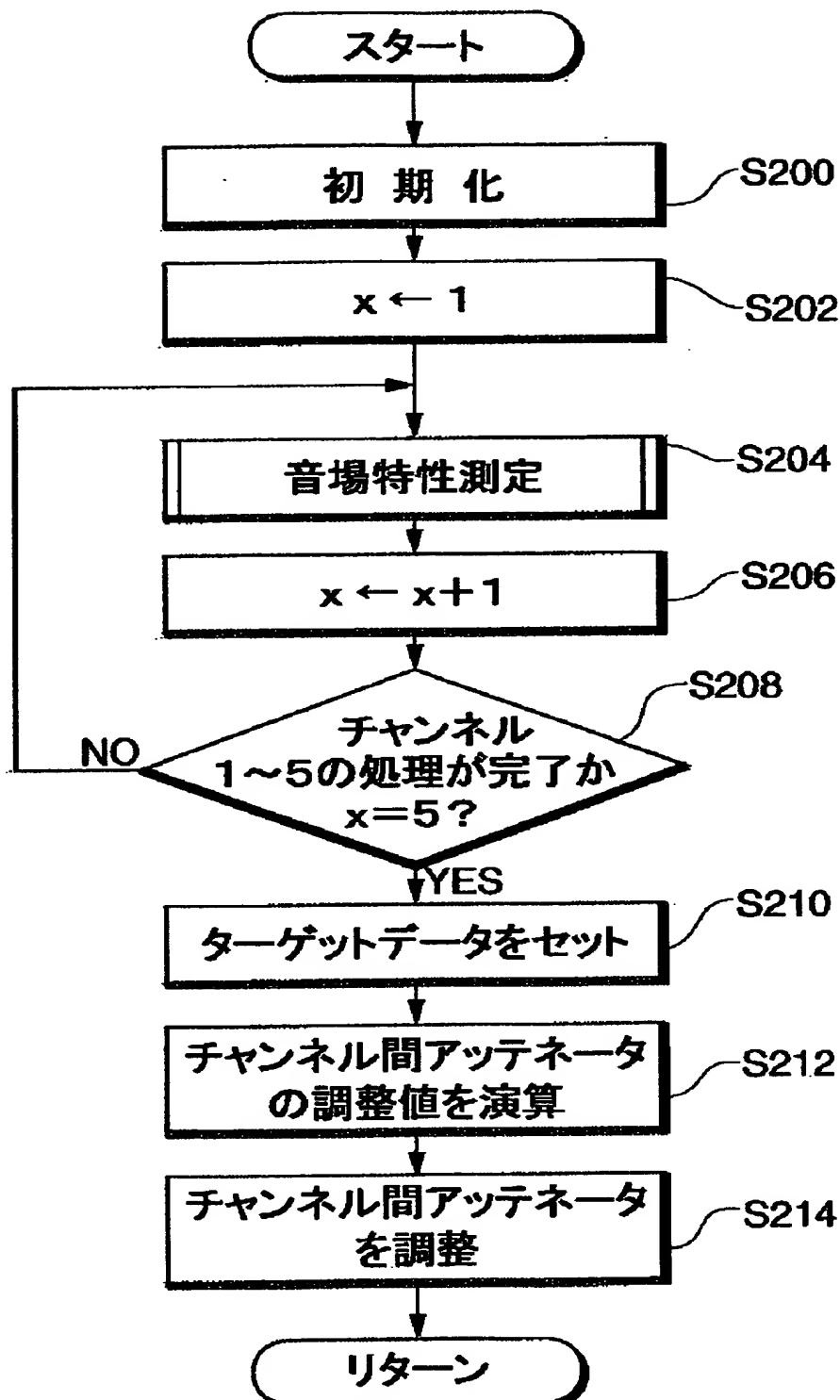
【図8】



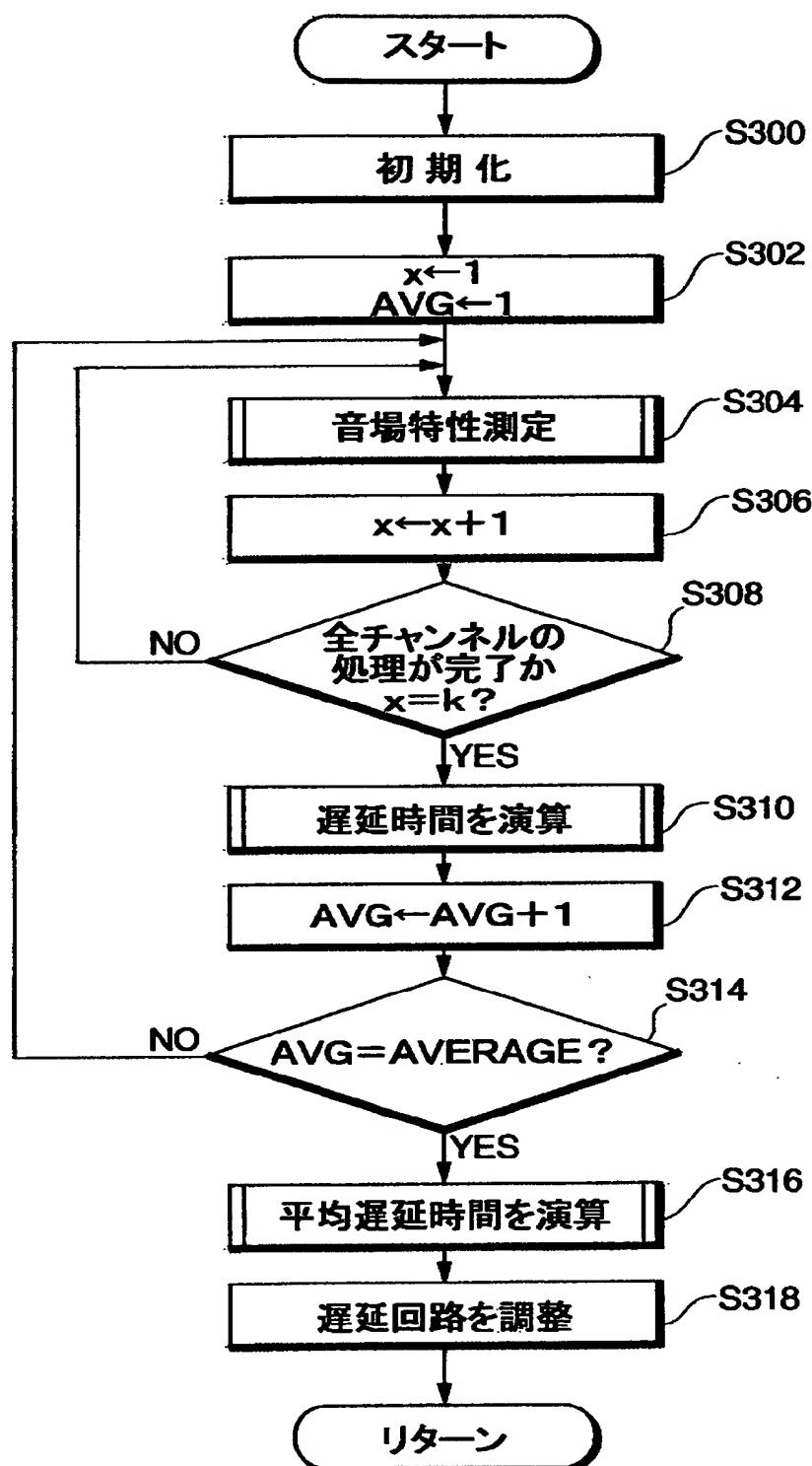
【図9】



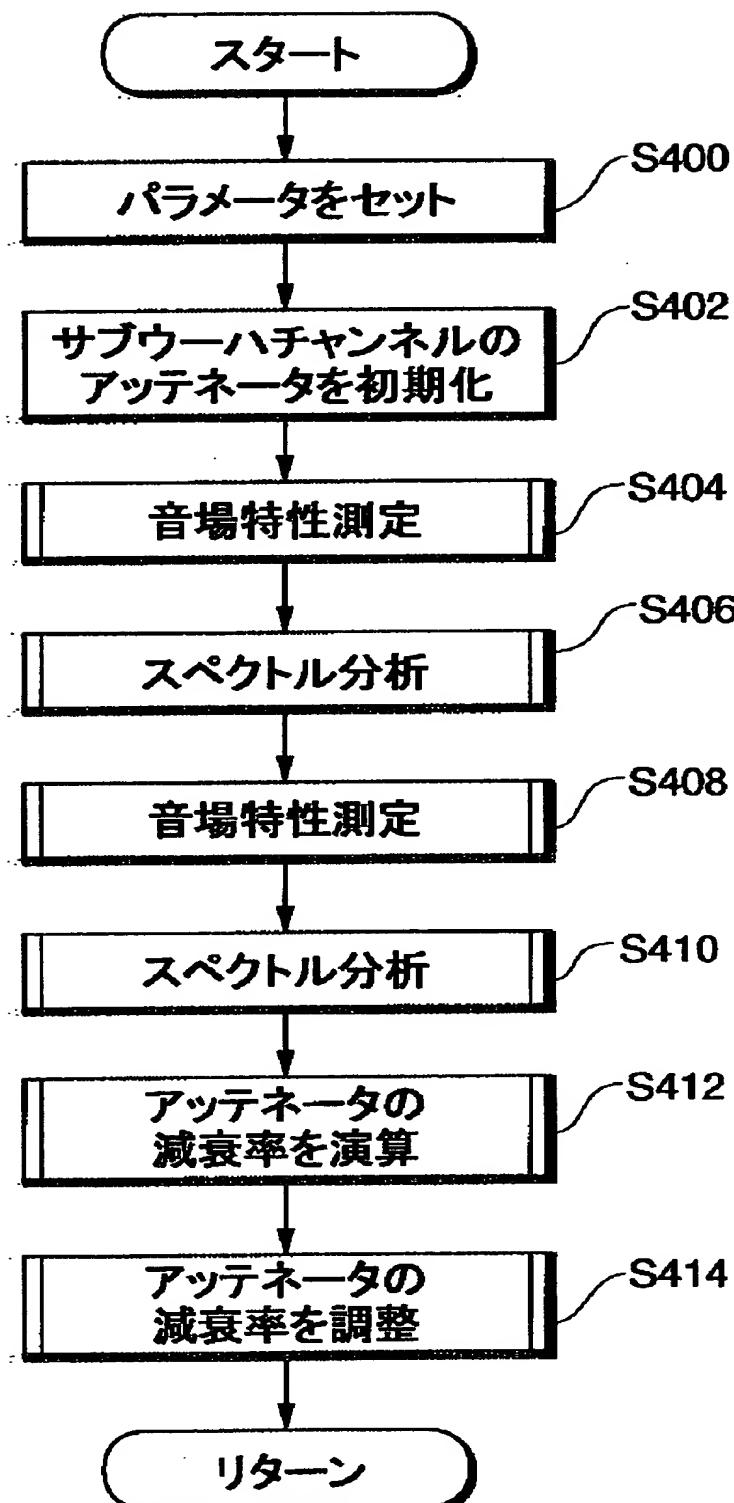
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高品位の音場空間を実現する。

【解決手段】 グラフィックイコライザG E Qを通じてノイズを全帯域型スピーカ6 FL～6 RRと低域専用スピーカ6 WFに供給することで生じる再生音の検出結果に基づいて、グラフィックイコライザG E Qのフィルタ係数を補正する。次に、グラフィックイコライザを通じてノイズをスピーカ6 FL～6 RRに供給することで生じる再生音の検出結果に基づいて、チャンネル間アッテネータA T G1～A T G5の減衰率を補正する。次に、グラフィックイコライザを通じてノイズをスピーカ6 FL～6 WFに供給することで生じる再生音の検出結果に基づいて、遅延回路D L Y1～D L Ykの遅延時間を補正する。次に、グラフィックイコライザを通じてノイズをスピーカ6 FL～6 RRに供給することで生じる再生音の検出結果と、グラフィックイコライザを通じてノイズをスピーカ6 WFに供給することで生じる再生音の検出結果に基づいて、チャンネル間アッテネータA T Gkの減衰率を補正し、スピーカ6 FL～6 WFで再生される再生音のレベルがオーディオ周波数帯域において一様（フラット）になるようにする。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号

氏 名 パイオニア株式会社